

سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة



⑦



• الأسلحة النارية
عدة هلاك

• البوصلة

• طرق الكشف،
في طقم الفرس،
خزائن للمراهقين

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

مكتبات مكتبة سكير
شارع عمرو - بيروت



قاذفات قديمة ، ومدفع يدوي من اسلحة القرنين الرابع عشر والخامس عشر.
كان البارود يُشعل بواسطة قضيب حديدي متوهج .

الأسلحة النارية عند هلاك

ناريّ معروف . وعبارة «سلاح ناري» تعني كلّ سلاح مؤلف من أنبوب مهمته ان يوجّه الى الهدف قذيفة تُطلق إمّا بانفجار شحنة^(٦) دافعة ، وأمّا برّدة فعل شحنة نافثة لا تنفجر انفجاراً عنيفاً .

لقد لعبت النار في التاريخ العسكري دوراً هاماً أولاً . نظراً لقدرتها على التدمير الواسع النطاق . فالنار اليونانية الناتجة عن مزيج من النفط والكبريت والفحم ، والتي اخترعها اهل الصين من غير شك ، أسهمت^(١) إسهاماً بارزاً في ما أثاره الصليبيون في حروبهم من مجازر ومذابح . صُنعت من هذا المزيج الشديد الالتهاب كُبّات^(٢) كانت تُقذف على الاعداء . بواسطة القوس او المنجنيق^(٣) أوّل الامر . ثم بواسطة الأنابيب والقنا او أفواه النار . ولقد لجأ «فيليب أوغست» الى هذه الاسلحة النارية البسيطة ، يوم تصدّى^(٤) للاجتياح الانكليزي ، في معركة «دياب» .



رشاش من نموذج «مكسيم» عائد الى اواخر القرن التاسع عشر .

أمّا الصاروخ الذي استعمل منذ ظهوره لأغراض مدمرة^(٥) قاتلة ، فيعتبر أوّل سلاح

تُطلق نحو مئة طلقة قبل ان تقضي نحبها^(٨) وتنفجر. اما القذائف الكروية. فقد صُنعت من الحجر اول الامر، ثم من الحديد. ولقد جُهِّزت بالمدافع وحدات خاصة أنشئت في الجيش. ووضعت تحت إمرة قائد المدفعية. هذا وقد شهد القرن الخامس عشر ولادة بندقية «الأركبوز» التي تنطلق قذيفتها عندما يُشعل بارودها بواسطة قضيب حديدي متوهج. ارتكزت هذه البندقية الثقيلة على شوكة خاصة. ثم ما لبثت ان خففت وزنها وتزوَّدت بفتيل. فعرفت «ببندقية الفتيل»، وسرعان ما راجت رواجاً كبيراً، واتخذت اشكالاً متعدّدة حملت اسماء بعض الطيور المعهودة عند هواة القنص^(٩) بالصقور.

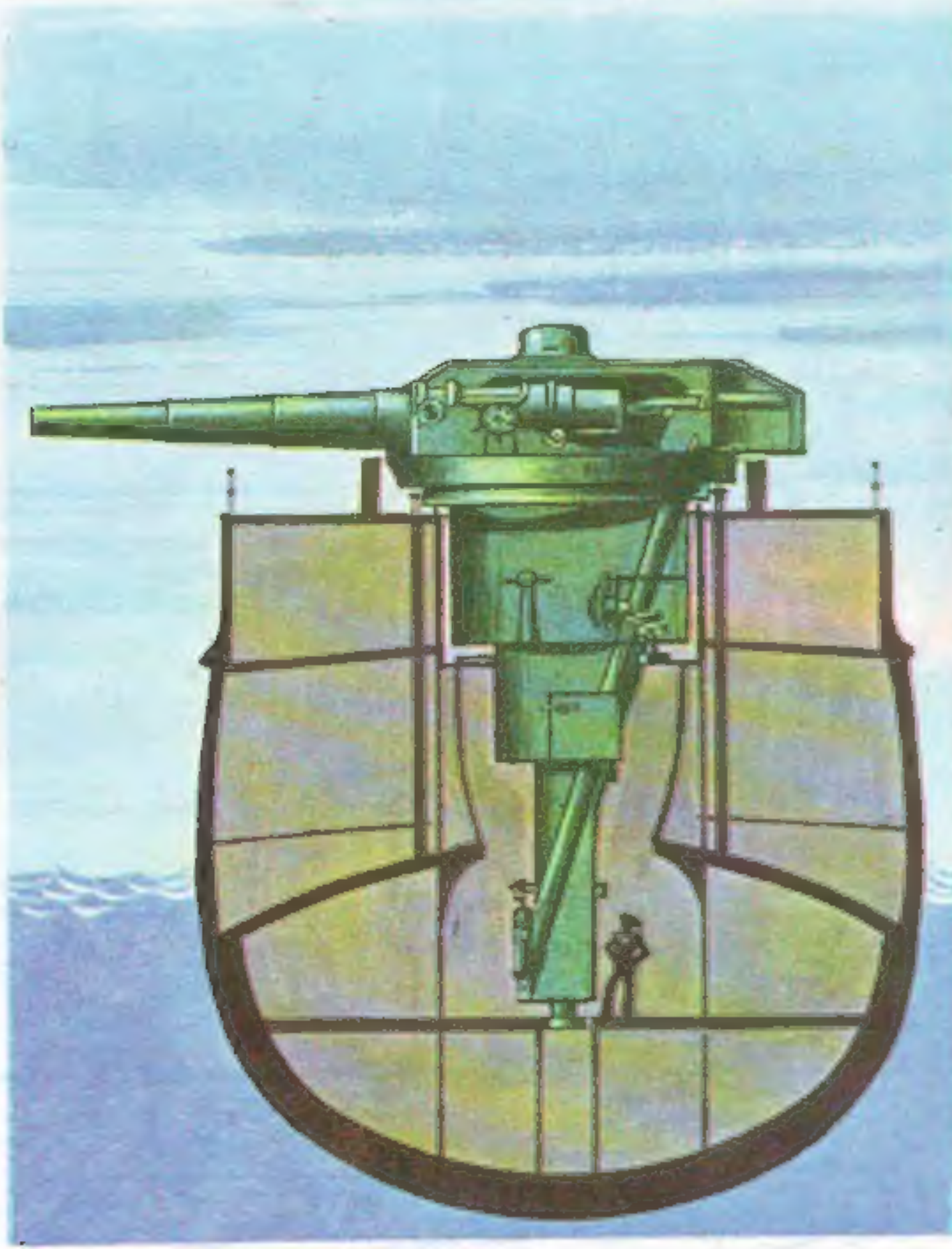
اما المدافع الاولى، فالمعتقد انها قد قصفت ودوّت في اجواء اوربّا أولاً؛ ودليل ذلك أن بعض المراجع التاريخية الايطالية العائدة الى القرن الثالث عشر تلمّح الى ما تسميه قاصفات.. هذا وقد ذكرت ابتداءً من القرن الرابع عشر. اسماء بعض البندقيات القديمة، واسماء انواع من الافواه النارية المختلفة، التي ما لبثت ان صارت موضوع تجارة رابحة: هكذا بدأ عهد سيطرة تجّار المدافع...

في القرن الخامس عشر، عُرِفَت طريقة صبّ المدافع قطعة واحدة من الحديد او الشبه^(٧)، وكان يوسع هذه المدافع ان



قناصة اسبان في معركة بافي (١٥٢٥)، ورامي قنابل يدوية من جيوش القرن السابع عشر.

برج ومدفع على متن طراد من طرادات اوائل هذا القرن .



الهائلة ، وبفضل التحسينات التي أُدخِلت على قفل المغلاق وعلى الكابح . هذا وقد وفّرت الالكترونية الحديثة سبيل التوجيه الآليّ على اهداف متحرّكة . فغدت المسدسات وبندقيات الصيد : ازاء تحفّ التقنية الهائلة هذه ، لعبا عادية تافهة .

الوقاية من أذى الأسلحة النارية

ما يكاد الانسان يخترع سلاحاً ، حتّى يبحث عن وسيلة يتقي بها أذاه ، هذا إن لم يخترع له سلاحاً مضاداً .

في القرن الثامن عشر ، تبنّى القائد « جان فلوران دي فالير » لفظة مدفع للدلالة على كلّ سلاح ناري غير محمول . وتطوّرت المدفعية ، فيما تغيّر شكل البندقية فاستوت قناتها المفلّطحة^(١١) الرأس . أمّا مبدأ هذه البندقية ، الذي وُضع في فرنسا حوالي سنة ١٦٣٠ ، فهو التالي : تُدكّ البندقية من فم قناتها ، وتُطلق قذيفتها بحركة يتعاون فيها استرخاء الزناد وانطلاق شرارات حجر الصوّان التي تلهب البارود . ولم تكن سرعة هذه البندقية القصوى تتعدّى الطلقتين في الدقيقة الواحدة . وسنة ١٧٠٣ أضيفت الى هذه البندقية حربة ، فاجتمع بذلك السلاح الناري والسلاح الابيض . ومع الزمن سيُخترع الذخير^(١٢) المشعل ، ثم الخرطوشة التي تُدسّ في البندقية عن طريق المغلاق^(١٣) . ثم الاطلاق الآلي المتكرّر . فالبندقية الرشاشة . واخيرا الرشاش الهائل المرتكز على سناد ، والقادر على اطلاق القذائف الصغيرة اطلاقاً متصلاً سريعاً دقيق التركيز .

أمّا المدافع ، فقد ضوِّعت قدرتها واتّسع مجالها بفضل اخاديدها الداخلية ، واعتماد الفولاذ في صنعها ، وشدّ أقينتها بأحزمة تمنحها قدرة على تحمّل الضغوط



منظر جدي لأحدى ساحات القتال ، في الحرب العالمية الأولى ، وقد نخر أرضها قصف المدفعية المركز ، وتعرّجت فيها الخنادق التي كان يختبئ فيها المحاربون .

فقد وجدَ للسيف الترس ، وللرمح والسهم الدرع والخوذة . وهكذا حاول اتقاء أذى الاسلحة النارية وشظايا المتفجرات . فاعتمر الخوذ المعدنية ؛ ولبس القمصان الواقية من الرصاص ؛ ولجأ الى المصفحات والمدرعات والدبابات ؛ وابتنى المواقع المنيعه وحصنها ؛ وحفر ، تحت أبنية المدن وساحات القرى ، ملاجئ رُفعت جدرانها ومُدَّت سقوفها بالباطون المسلح الصفيق ، ووُضعت تحت تصرف السكّان ، يلجأون اليها متى تعرّضت منازلهم للقصف .

الاسئلة

- ١ - ماذا عرفت عن النار اليونانية ؟
- ٢ - ممّ صنعت مادّة هذه النار؟ اتعرف انها كانت تشتعل حتى على الماء ؟
- ٣ - ما هو أول سلاح ناري معروف ؟
- ٤ - ما هي مهمّة الانبوب او القناة في السلاح الناري ؟
- ٥ - اين ظهرت المدافع أولاً ؟ ماذا يفهم بلفظة مدفع ؟
- ٦ - ممّ صنعت قذائف المدافع الاولى ؟
- ٧ - اذكر مراحل تطوّر البندقية .
- ٨ - اذكر اسماء بعض الاسلحة النارية الحديثة وشيئاً من ميزاتها .

التفسير

- ١ - أسهم في العمل : شارك فيه
- ٢ - كُبّات : جمع كُبة ، كتلة من الخيوط الملفوفة او غيرها .
- ٣ - المنجنيق : سلاح قديم يشبه القوس كانت تطلق منه السهام او القذائف .
- ٤ - تصدّى الجيش للعدو : واجهه ، وحال دون تقدّمه .
- ٥ - مدّمّر : اسم فاعل من دَمَّر : هَدَم .
- ٦ - شحنة : حشوة أو دكّة من المواد المتفجرة .
- ٧ - الشبه : معدن مزيج من الحديد والنحاس .
- ٨ - قضى نحبه : مات
- ٩ - القنص : مصدر قَنَصَ : صاد الطيور .
- ١٠ - المفلطحة الرأس : المتسعة الرأس .
- ١١ - الذخير : الكبسولة التي تولّد الشرارة .
- ١٢ - المغلاق : المزلاج المتحرّك في جسم البندقية .



مشهد صيني مضحك : الكمين المنسوب للأعداء
بواسطة صخور مغناطيسية

البوصلات أول شروط الملاحظة البعيدة المدرك

الميلاد . وليس من شك في أنهم كانوا
أول من لاحظ ان هذه الحجارة تترك شيئاً
من قدرتها الخاصة هذه ، في الحديد الذي
يُحَك بها . لاحظوا كذلك أن ابرة مُمَغْنَطَـة
متحركة تستقر دائماً في الاتجاه عينه .
وتجدر الإشارة هنا الى أن جهة الاتجاه
الرئيسية التي اعتمدوها كانت الجنوب لا
الشمال . ولهذا السبب ، كانت ذراع التمثال
الصغير المتحرك الذي كان يزين العربات
الملكية ، المعروفة في الروايات القديمة باسم

يقول احد مؤرخي « الامبراطورية »
« السماوية » القدماء ، ان القائد « مالونغ »
كان يأمر جنوده بأن يضعوا على جانبي
الطريق ، الذي كان سيسلكه العدو ، صخوراً
مُـمَغْنَطَـة^(٢) كفيلة^(٣) بأن توقف المحاربين
الذين ارتدوا دروعاً من حديد ، وتُجمِّدَهم
عليها ! كان هذا القائد الفَـطِن^(٤) يقدِّر حق
التقدير قوَّة الجذب التي تتمتع بها الحجارة
المغناطيسية ... ويظهر ان أهل الصين قد
عرفوا هذه القوَّة ، منذ القرن الثالث قبل



البوصلة الكلاسيكية

« العربات المغنطيسية » ، تمتد دائماً باتجاه الجنوب . والرأي الأرجح^(٥) في تفسير هذه الظاهرة أن حركة التمثال ما كانت مقيدة بذراع حديدية مُمَغْنَطَة ، بل بجهاز محكم^(٦) يُعوّض عن تغيير اتجاه العربة ، بتصحيح اتجاه التمثال الذي يُضبط توجيهه عند الانطلاق .

يعود استعمال الابرة المغنطة في الملاحة^(٧) الى القرن السابع . وهو الزمن الذي بدأ فيه الصينيون رحلاتهم الكبيرة التي وصلتهم بالعرب ؛ فتعلم العرب منهم طريقة استعمال البوصلة ونقلوها الى الأوربيين .

أُخِذَت لفظة بوصلة من اللفظة الإيطالية « بوصولاً » المأخوذة من كلمة « بوكسولا » اللاتينية ، وهي تعني علبة صغيرة من خشب « بوكسوس » (buis) . إن النابوليتاني « فلافيو جيوجا » (Flavio Gioja) الذي عاش حوالي سنة ١٣٠٠ ، قد اعتبر مدّة طويلة مُخترع البوصلة ؛ ثم اكتشف ان الشاعر الجوّال « غيو دي بروفين » (Guyot de Provins) ، الذي عاش في القرن السابق ، كان قد ذكر في إحدى قصائده الهجائية الساخرة ، (Ma belle) « حجراً اسود بشعاً كان البحارة يحكّون به

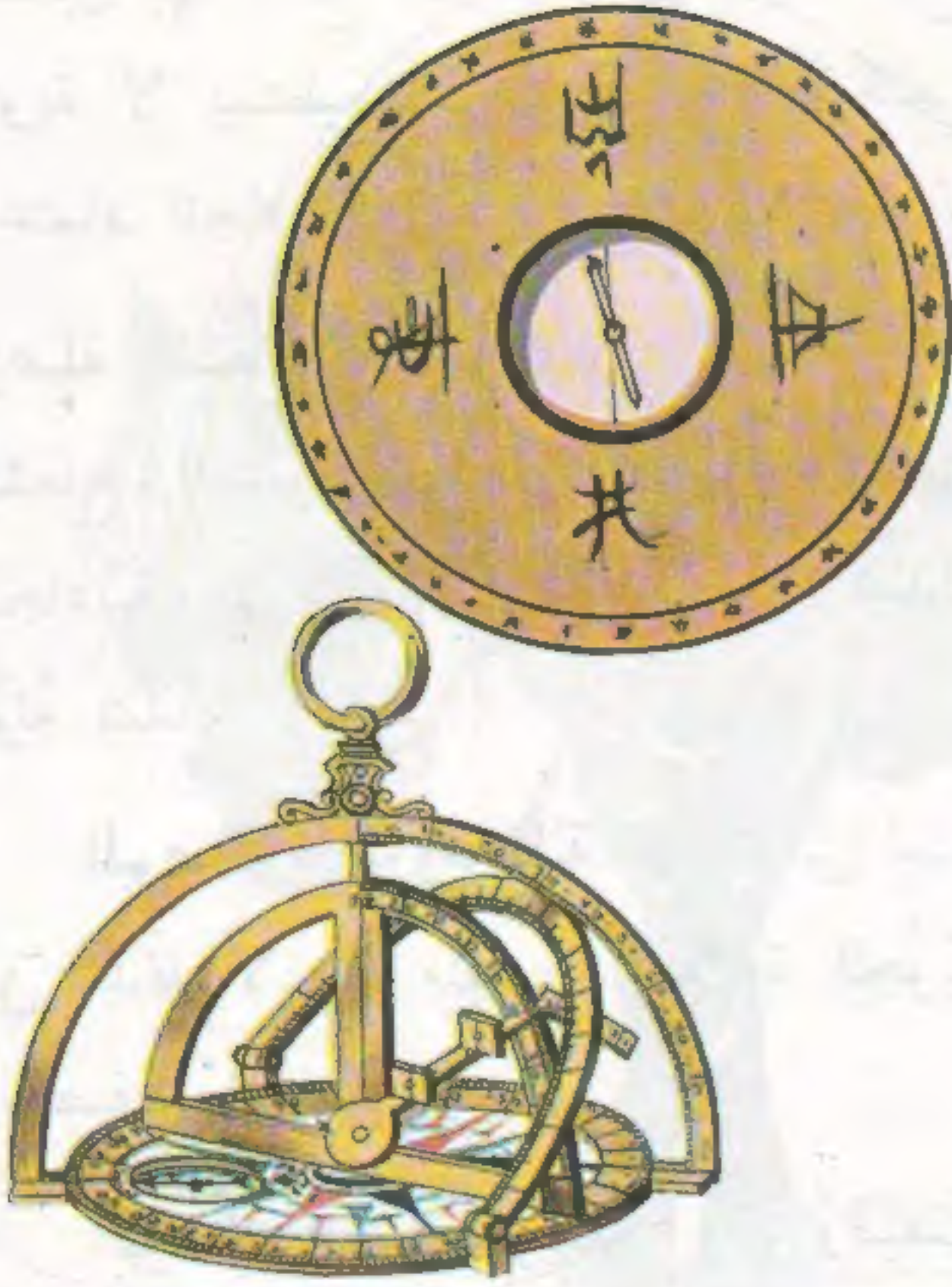
سلكاً من حديد يضعونه على قشة طافية على وجه الماء . »

أيام « غيو دي بروفين » هذا ، لم تكن فكرة وضع السلك على محور ، والمحور في علبة ، قد خطرت لأحد بعد ؛ وقد يكون « فلافيو جيوجا » أول من فكر في ذلك .

كان الصينيون قد لاحظوا ان الابرة المغنطة لا تدلّ على الجنوب بدقة كبيرة ، وأنها كانت تنحرف قليلاً نحو الشرق . يُستنتج من ذلك أن طرف الابرة الثاني كان ينحرف قليلاً عن الشمال ناحية الغرب .

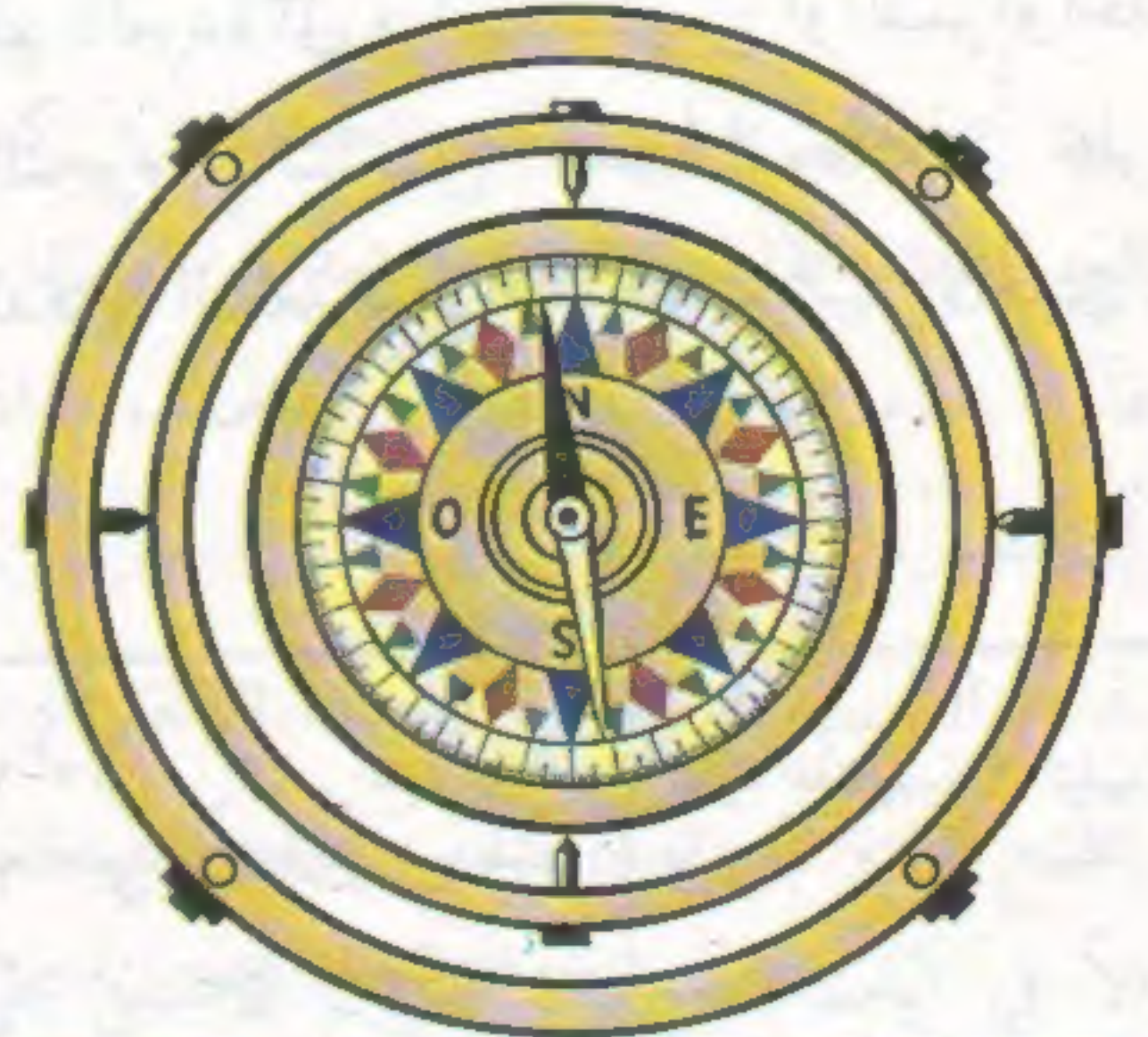
ولسوف يعود « كريستوف كولبوس » فيكتشف هذه الظاهرة المعروفة « بظاهرة الانحراف » ، في نهاية القرن الخامس عشر .

وفي نهاية القرن السادس عشر ، سيلاحظ أنه إذا وُضع محور الأبرة في اتجاه أفقي لا عمودي ، فإن الأبرة تنحرف انحرافاً يقل أو يكثر ، مما يسمح بقياس الزاوية الناتجة عن تلاقي خط اتجاه الحقل المغنطيسي



بخط الأفق . وهذه الزاوية تختلف بين مكان من الأرض وآخر .

تطوّرت البوصلة كثيراً ، فاتخذت في أيامنا شكل البركار (compas) ثم شكل « البوصلة الجيرسكوبية » البالغة الدقة والتي لا تتأثر إطلاقاً بالحركة والاضطراب .



البوصلات انواع

هنالك ، بالإضافة الى البوصلة البسيطة العادية ، انواع متعددة من البوصلات . ولكل منها عمله ومجاله :

بوصلة المسح او البوصلة التوبوغرافية ، وهي ابرة مُمغنطة موضوعة في مربع صغير ،

نماذج مختلفة من البوصلات ، يتمتع آخرها بجهاز محكم من التعليق معروف « بجهاز كردان » ، وضع تصميمه ، في القرن السادس عشر ، العالم الايطالي « جيروم كردان » . ليقى البوصلة من اضطراب السفن وارتجافها .

يستعين بها ماسح الارض ، لتحديد اتساع زاوية لا يستطيع ادراك قمتها ، فيكتفي باعتماد اتجاه كل من ضلعَيْها .

بوصله الشعاع الكاتودي ، المزودة بأنبوب الشعاع الكاتودي ، الذي يُشير فيه حقلُ الجاذبيّة الارضيّة تياراً إلكترونياً تتبدل قوّته بتبدّل الاتجاه .

البوصله الجيرومغنطية التي تؤمن نسبة من الدقة لا بدّ منها ، للملاحة الجويّة وللقصف المدفعي .

البوصله الجيرسكوبية ، وقد وُضعت لتُستعمل في السفن المعدنيّة الضخمة ، وبخاصة في السفن الحربيّة ، حيث يصعب استعمالُ بوصله مغنطيسيّة عاديّة . وهي ، إن طُبِّقت عليها بعضُ التصحيحات الناتجة عن تبدّل الموقع والسرعة ، اشارت الى الاتجاه الصحيح بدقّة واستقرار . لا تصلح

هذه البوصله للطائرات بسبب ثقلها ، ولكن نماذج مصغرة منها قد أُدخلت مؤخراً على الدبابات العسكريّة .

البوصله الصوتيّة ، وهي عبارة عن راديو مُزوّد بهوائي ثابت يتلقّى الاشارات الصوتيّة ، وبهوائي متحرّك يتّجه آلياً ناحية المحطّة المرسله ، ويحدّد زاوية الارسال . ومتى اتّصلت هذه البوصله بمحطّات ارسال ثلاث ، حدّدت بدقّة اتجاه الطائرة .

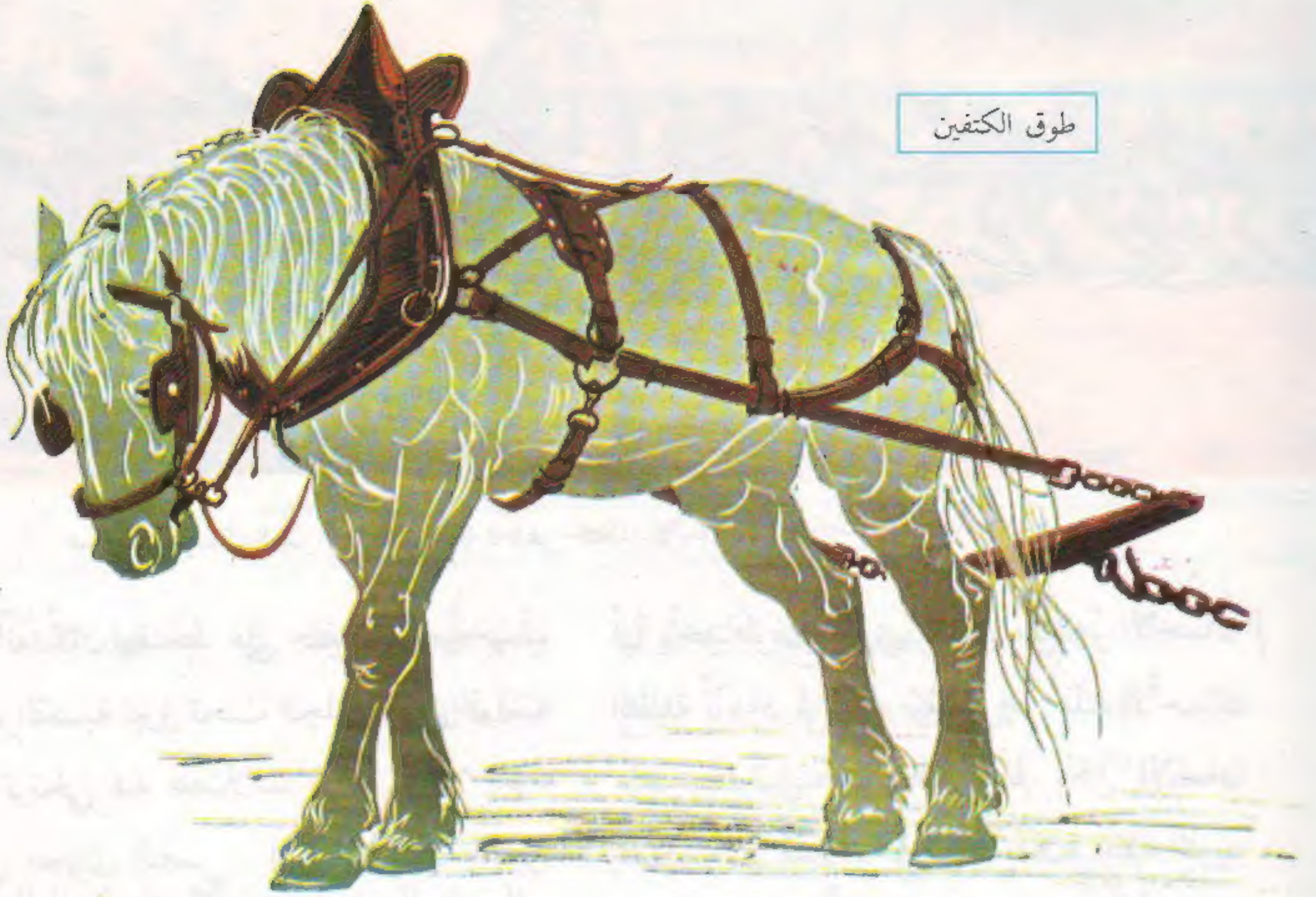
البوصله الفلكيّة ، وهي تساعد الملاح على تحديد اتجاهه بدقّة ، بالاستناد الى المعطيات التالية : موقعه من خطّ الاستواء ، زاوية الساعة المحليّة ، وزاوية الانحراف ... ثم بالعودة الى مراقبة الشمس او القمر او احد النجوم . تُستعمل هذه البوصله ، نظراً لدقّتها البالغة ، لمراقبة البوصلات الاخرى .

الاسئلة

- ١ - مَنْ من الناس سبق الى معرفة القوّة المغنطيسيّة ؟ كيف ؟
- ٢ - ايّ جهة اعتمدت البوصله الاولى ؟
- ٣ - مَنْ صنع البوصله الاولى ؟
- ٤ - كيف انتقلت البوصله الى الاوربيين ؟
- ٥ - ماهي ظاهرة الانحراف ؟ ومن لاحظها أولاً ؟
- ٦ - ماهو فضل البوصله الجيرسكوبية ؟
- ٧ - ماهو فضل جهاز « كردان » ؟

التفسير

- ١ - الامبراطورية السماوية : امبراطورية الصين القديمة .
- ٢ - مُمغنطة : مزوّد بالمغنطيس .
- ٣ - كفيلة : قادرة .
- ٤ - الفطين : الذكي .
- ٥ - الرأي الأرجح : الرأي الاقرب الى الحقيقة .
- ٦ - جهاز محكم : جهاز مضبوط .
- ٧ - الملاحة : السفر في البحار .



طوق الكتفين ، في طقم الفرس ، ضابط للمراهقين

أدخل على طقم الحصان ، كبير الحيوانات الأليفة وأنبليها ، تعديل طفيف ، فاذا بعناء العامل المرهق^(١) يخفّ ، واذا بالحضارة تتجه في مُنعطف جديد ... والغريب في الأمر أن هذا الاختراع لم يتّضح شأنه^(٢) ، ولم تُكشف نتائجه الضخمة إلا في أيامنا ، مع ان القرون الوسطى هي التي رأت ظهوره وذبوع استعماله في اوربا الغربية ، إن لم يكن الشرق قد عرف له جذورا بعيدة . اما هذه المعلومات ، فندينُ بها

لضابط من ضباط الخيالة ، هو المقدم « لوفيفر دي نويت » ، الذي نشر سنة ١٩٢٣ كتاباً بعنوان « القوة الحيوانية عبر العصور » . يبين الكاتب ان قوة الجرّ والتحريك عند الحصان ، لم تُستعمل استعمالها الكامل ، إلا في القرون الوسطى ، والفضل في ذلك يعود إلى اختراع طوق الكتفين . ذلك ان طوق العنق الجلديّ الطريء الذي كان الحصان يحمله مُدَّ شُدّاً الى عربة ، كان يخنقه حالما كان يحني رأسه لمزيد من الجُهد .



صورة عن اعمال العصر القديم الضخمة ، وعن شقاء الانسان فيها .

أن يأخذ الوضع الذي يمكنه من جرّ الأحمال الثقيلة . وإذا لم يكن بوسعه جرّ هذه الأحمال مرفوع الرأس إلا ببطء ، لم يكن الانسان يستعمله إلا قليلاً ، بل كان يفضل عليه الثور ، في الحراثة بخاصة . هكذا نفهم أن يكون النقل الثقيل قد اعتمد ، حتى نهاية القرن الحادي عشر ، الطرق المائية ، ما لم تُسَخَّر^(٣) له جموع العبيد وأسرى الحرب . والمهزومين^(٤) .

ذلك أنه كان يضغط على حلقيه ، تماماً حيث كانت القصبة تبرز تحت الجلد ، وفي الوقت الذي ترتخي فيه عضلات الرقبة ، فلا تعود تحمي مجرى النفس . إذ ذاك كان يضيق تنفس الجواد ، فيُضطرّ الى رفع عنقه ومدّ منخرية في الهواء ، ليتمكن من استعادة نفسه ؛ فلم يكن بوسعه ، والحالة هذه ،



طوق العُنق في طقم جواد مشدود الى عربة آشورية (أخذ الرسم عن نقش يعود الى القرن السابع قبل الميلاد) .

فكم من لوحة محزنة تُرينا ، في النقوش القديمة ، ارتالاً^(٥) من الاسرى الاشقياء يُلَوون تحت الحبال ليَجْرُوا أحدَ الحجارة الضخمة ، وقد أنهكهم التعب ، واذلّهم تهديد العصا والسوط^(٦) ! تلك كانت أوضاع^(٧) البشر المُجْحِفَة^(٨) ، أيام الجرّ ، وطوال آلاف السنين .



مشهد من مشاهد جرّ الحجارة الى الاهرام ، تحت وطأة شمس مُحْرِقة .

وأطواقُ الكلاب في اعناقها تشدُّ عليها
الخِناق ...

الجواد العربي ، بين الاسطورة والواقع .

لقد حاكت الأساطير ، حول الجواد
وأصله وفصله ، حكايات تتنافس طرافةً
وقوّة خيال . تقول إحداها إن « بوسيدون »
إله البحار ، غرز يوماً شوكته في اليابسة ،
فبرز منها ذلك الحيوان المجنّح العجيب .
وتدّعي اسطورة ثانية أن الجواد كالزُهرة ،
قد وُلدَ من زبدِ البحر ، وتزعمُ ثالثة أنه قد
رأى النورَ على أجنحة النسيم الهاديّ العليل ...
لا نستطيع تحديد الزمان الذي أصبح
فيه الجواد أليفاً . أمّا المكان الأوّل ، فهو
على الأرجح بلاد تُركِستان الروسية . ويروي
التاريخ أنه قد انتقل الى مصر الفرعونيّة ،

إذاً ، فقد كان ظهور طوق الكتفين في
القرن العاشر على الأرجح ، حدثاً بالغ
الخطورة^(٩) : فقد اتاح للحصان ان يحلّ
محلّ الإنسان . والواقع أن هذا الطوق ،
بهيكله الجامد وقالبه المحشوّ ، وارتكازه
على قاعدة الرفشين العظميّة ، كان يحرّر
العنق تحريراً كاملاً ، ويمكنُ الحيوان
من بذل قوّته بكاملها ، ومن القيام بأعمالٍ ،
ظهر أنّه لم يكن صالحاً لها حتى ذلك الحين .

لم يكن اقلّ من ذلك أهميّةً ، ظهورُ
طريقة جديدة في شدّ الخيل الى العربات
تقوم على صفّها الحصانَ تلو الحصان . فقد
مكّنت هذه الطريقة خيلَ القرون الوسطى
من أن تجرّ على الدواليب عشرة اضعاف ما
كانت لا تحرّكه ، ألا بالجهد الجهيد ،
الخيّل الرومانيّة المشدودة صفّاً واحداً ،

العدو ، رقة في العاطفة ، ودمائة في الخلق ،
 وذكاء في التصرف . أضيف الى ذلك أن
 مشاركته البدوي ، في حله وترحاله عبر
 الصحراء ، قد أكسبته مناعة وصبراً نادرين
 فهو يحتمل حرَّ النهار والصيف ، كما يحتمل
 برد الليل والشتاء . وهو يقطع المسافات
 الطويلة ، صابراً على الجوع والعطش صبر
 البدوي نفسه .

كان مطية العربي الفضلى في أسفاره ،
 وغزواته وفتوحاته . أمّا اليوم ، فقد صار
 مطية زهو وترّف ، وموضوع رهان في
 ميادين السباق . ولعلّ لبنان اليوم ، بما
 فيه من مرباع الخيل الأصيلة ، وبما تغصّ
 به اسطبلاته العامرة ، المحدقة بميدان السباق
 في بيروت ، قد غدا مؤثلاً الجياد العربيّة
 الأكبر ، والساهر المؤتمن على صفاء سبلالاتها .

في غزوة « الهكسوس » « الملوك الرعاة » .
 وتناول الحكايات الجواد من جديد ،
 فتزعم أنّه أنتقل الى فلسطين ، بين الهدايا التي
 بعث بها فرعون الى الملك سليمان ، ومنها الى
 بلاد العرب حيث اكتمل وتأصل ، ليُعطي
 الجواد العربيّ المعروف ، أجمل الجياد على
 الإطلاق .

قد تكون جياد السباق الانكليزية أسرع
 من الجياد العربيّة ، وقد تشابهها نبلاً
 وأناقّة وارسقراطية ، إلا أنّها ، بفصائلها
 الثلاث المعروفة اليوم ، سليلّة ثلاثة فحول
 عربيّة أصيلة .

والحقيقة أنّ الجواد العربيّ من أعرق
 سلالات الخيل الخفيفة . وهو يميّز بمجموعة
 من الصفات لا تتوفّر لغيره . فقد جمع الى
 جمال الشكل ورشاقة الحركة وسرعة

الاسئلة

- ١ - ماهو طوق العنق في طقم الحصان القديم ؟
- ٢ - لماذا كان يحول هذا الطوق دون جرّ الاحمال الثقيلة ؟
- ٣ - ما فضل طوق الكتفين ؟
- ٤ - ايّ حيوان كان يُعتمد قديماً في جرّ الاثقال الكبيرة ؟
- ٥ - ماذا تمثل الصورة في اعلى الصفحة ؟
- ٦ - متى وأين اخترع طوق الكتفين ؟ اي فضل كان له
على العاملين المرهقين ؟
- ٧ - ايّ طريقة أفضل في الجرّ ، ان تُشدّ الخيل صفّاً أم
ان تُشدّ رتلاً ؟

التفسير

- ١ - العامل المرهق : الذي انهكه التعب .
- ٢ - الشأن : الأهميّة .
- ٣ - سحر السيّد العبد : فرض عليه عملاً غير مأجور .
- ٤ - المهزومين : المكسورين .
- ٥ - ارتالاً : جمع رتل : صفّ مستطيل
- ٦ - السوط : الكرباج
- ٧ - أوضاع : جمع وضع : حالة
- ٨ - مُجحف : ظالم
- ٩ - بالغ الخطورة : عظيم الأهميّة .

ولادة 'حضارة'

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • التولاب جهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة : من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التمرد
- ٥ - من النظائرين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحررنا من الأرض • الصابون والظفائر اللينة

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الروائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طرق الكنفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهدات الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجرى في سيطرته على التناهي الصفر • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "السامفلة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة والنفث المدمجة ... • من هربة كونيور "البخارية إلى سيارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • بشاري "فرنكلين" • من المنظار إلى الباليونات الفضائية
- ١٣ - تلفاز "بشاي" • من النسخ البدائي إلى تول الميكة • التزجاجة الأولى وزريرتها •
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عبادات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية •
- ١٥ - "لينيك" و "الستيكوب" • ألعاب المحركات التي تعد بالليارات • الترميمات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي مخترعه بنام ... • آلة المياطة • عربة التصوير تنفتح على كل شيء •
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتغير يجهز مدليات السيارات • التلبيج المحدث •

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للتراث والضرار • حفرة آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الديناموس مولد التيار والمحرك الكهربائي • من الباليوسيد إلى اللدائن •
- ٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التلام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهوائي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصا الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقرأ الكثافة •
- ٢٣ - من الفيلستوكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالألوان الزهية
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قدامه • الاتصالات البعيدة التي تنقل على موجات الاثير • الباليونوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرى • آلات توليد العواصف • الصور السرية على الشاشة الصغيرة •

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشافات المزيئات الدقيقة • المرفعية الذرية • المجرى الإلكتروني عين قاررة على رؤية الفيرمونات
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الابيق القديم إلى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تولد فير طاقة احسن

مِنْ أَحَجَرَ الْمُقْطُوعِ الْأَوَّلِ الَّذِي يَتَضَمَّنُ "بِالْقُوَّةَ" بِمَجْمُوعَةِ الْأَدَوَاتِ الضَّخْمَةِ
الَّتِي سَيُقَدِّمُ الْإِنْسَانُ عَلَى صُنْعِهَا فِي مُسْتَقْبَلِ التَّارِيخِ ، وَمِنْ الرَّمُوزِ الْقَدِيمَةِ الَّتِي
تَذَكِّرُ بِابْتِدَاعِ الْكِتَابَةِ ... ، إِلَى نَافِخِ الزَّجَاجِ الَّذِي يُوحِي بِانْطِلَاقِ الْفُنُونِ
النَّارِيَةِ ... ، إِلَى الْمِسَلَّةِ الَّتِي تَذَكِّرُنَا بِظِلِّهَا الْمَنْقُولِ ، إِنَّهَا كَانَتْ فِي
الْقَدَمِ ، أَوَّلَ أَدَاةٍ لِتَعْيِينِ الْوَقْتِ ... ، إِلَى صَفَائِحِ الْحِجَارَةِ الْمَرْصُوفَةِ الَّتِي
تَتَحَدَّثُ عَنِ الطَّرِيقِ الَّتِي انْفَتَحَتْ رَحْبَةً طَوِيلَةً أَمَامَ الْمُبَادَلَاتِ ... مَرَّاحِلُ
مُخْتَلِفَةٍ مُتَعَاكِبَةٍ لِحَضَارَةِ رَأَتْ النُّورَ ، وَمَضَتْ تَشَقُّ طَرِيقَهَا نَحْوَ الْأَفْضَلِ ...

تأليف : ف. ف. ل. ل.
ترجمة : ب. ب. ب. ب.
ترجمة واعداد : سهيل سماعة